

2. Поиск кратчайшего пути – задача, требующая применения сенсорных систем, систем сравнения и запоминания информации.

3. Изучение интеллектуальных процессов поведения у живых организмов – необходимый ресурс в разработке искусственных сетей памяти.

Известно, что в технике связи лабиринтные задачи решаются для организации сетевого канала при цифровом наборе номера абонента. Мы же связываем дальнейшую работу конкретно с робототехникой, с разработкой и изготовлением самоуправляемого механического устройства, обладающего сенсорной активностью и элементами памяти, исключающей при повторном движении кольцевые и явно длинные маршруты. Такая задача, естественно, имеет модельное решение на компьютере и реализуется методами нечеткой логики [4]. Однако в природе, как подтверждают наши исследования, реализуется метод проб и сравнений с последовательным исключением неэффективных вариантов. Таким образом, вариант решения можно получить механизмом после «изучения» лабиринта. Результат может быть улучшен при следующих проходах.

#### **Литература**

1. Девятков В. В. Системы искусственного интеллекта / Гл. ред. И. Б. Фёдоров. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2001. – 352 с.
2. Turing A. M. Computing Machinery and Intelligence/ Mind, New Series, Vol. 59, No. 236. (Oct., 1950), pp. 433-460.
3. МакФарленд Д. Поведение животных: Психобиология, этология и эволюция. — М.: Мир, 1988. — С. 474. — 520 с.
4. Матвеев М.Г., Свиридов А.С., Алейникова Н.А. Модели и методы искусственного интеллекта. Применение в экономике/ Учеб. пособие – М.: Финансы и статистика, 2008, – 448 с.

#### **ПРИМЕНЕНИЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО МЕТОДА БЛИЖАЙШИХ ЛОЖНЫХ СОСЕДЕЙ К РАСПОЗНАНИЮ РАЗЛИЧНЫХ ФАЗ СНА ПРИ ПОЛИСОМНОГРАФИИ**

Антипов<sup>1</sup> О.И., Захаров<sup>2</sup> А.В., Неганов<sup>1</sup> В.А.

(<sup>1</sup> Самара, Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, oleg1307@mail.ru, neganov-samara@yandex.ru;

<sup>2</sup> Самара, Самарский государственный медицинский университет, zakharov1977@mail.ru)

#### **USING OF MODIFIED METHOD OF CLOSEST FALSE NEIGHBORS ON RECOGNITION OF VARIOUS PHASES OF DREAM IN POLYSOMNOGRAPHY**

Antipov O.I., Zakharov A.V., Neganov V.A.

В отличие от известных работ из данной области, авторы предлагают свою методику анализа электроэнцефалограмм. Она основана на собственном специализированном алгоритме, основанном на модификации расчета показателя Хёрста для коротких и нестационарных рядов. Использование этой методики хорошо зарекомендовало себя на зашумленных электроэнцефалограммах, содержащих большое количество как двигательных и мышечных, так и кардио и сетевых артефактов. Также, поскольку данная методика является маркёро-независимая, она одинаково хорошо показывала себя как на здоровых добровольцах, так и для людей с различными неврологическими нарушениями.

Ранее, авторы также с успехом применяли малоизвестный в отечественной литературе метод аппроксимационной энтропии для выявления стадии сна [1-3]. Этот метод, в недавних зарубежных работах, был специально адаптирован для коротких временных рядов [4,5], в частности, для коротких ЭЭГ сигналов, состоящих из 10-30 секундных эпох.

В данной работе приведены некоторые результаты внедрения нашей фрактальной методики к выявлению стадий сна, основанной на модифицированном методе ближайших ложных соседей, для которого авторы нашли широкое применение в технике и экономике [6-9]. Также было произведено сравнение всех фрактальных методов, примененных нами для целей полисомнографии.

Для сравнения данных методов по скорости вычисления были взяты одни и те же ЭЭГ записи и разбиты на эпохи одинаковой длительности, и соответственно было просчитано одинаковое количество рядов одинаковой длины. Это достаточно важное замечание, несмотря на его очевидность. Здесь имеет место тот факт, что методы Грассбергера-Прокаччия и показателя Хёрста не рассчитаны на применение к коротким временным рядам, а для данной задачи длина рядов заранее детерминирована. Забегая вперед, следует отметить, что для данных методов разбиение рядов на более длительные участки не только не приводит к увеличению точности результатов распознавания, но и заметно их зашумляет. Самым быстрым оказался метод показателя Хёрста и поэтому скорость расчета представим относительно него. Авторская модификация метода ближайших ложных соседей (МЛБС) в 5.4 раза медленнее, метод аппроксимационной энтропии в 14.8 и метод Грассбергера-Прокаччия в 304.5 раза медленнее метода показателя Хёрста. Тут следует отметить, что методы аппроксимационной энтропии и МЛБС можно использовать без особых изменений и с вдвое меньшими рядами, и тогда они всего лишь в 5.6 и 2.55 раза медленнее метода показателя Хёрста соответственно.

Однако главным результатом явилось то, что модифицированный метод ближайших ложных соседей при примерно том же уровне совпадений эпох с результатами дипломированных специалистов, дает более равномерную картину совпадения по каждой из стадий сна по отдельности.

### **Литература**

1. Антипов О.И., Захаров А.В., Неганов В.А. Особенности применения фрактальных методов к распознаванию различных фаз сна при полисомнографии // Физика и технические приложения волновых процессов: тез. докладов X Международная научно-техническая конференция, 12-17 сент., 2011., г. Самара, 2011. – С. 260-261.
2. Антипов О.И., Неганов В.А. Анализ и прогнозирование поведения временных рядов: бифуркации, катастрофы, синергетика, фракталы и нейронные сети. – М.: Радиотехника, 2011. – 350 с.
3. Антипов О.И., Захаров А.В., Неганов В.А. Сравнение различных фрактальных методов применительно к автоматизированному распознаванию различных фаз сна при полисомнографии // Физика и технические приложения волновых процессов: тез. докладов X Международная научно-техническая конференция, 12-17 сент., 2011., г. Самара, 2011. – С. 274-275.
4. Approximate Entropy in the Electroencephalogram During Wake and Sleep / Naoto Burioka, Masanori Miyata, Germaine Cornélissen, Franz Halberg, Takao Takeshima, Daniel T. Kaplan, Hisashi Suyama, Masanori Endo, Yoshihiro Maegaki, Takashi Nomura, Yutaka Tomita, Kenji Nakashima and Eiji Shimizu // Journal of Clinical EEG & Neuroscience, January 2005.36(1). – PP.21-24.
5. Naoto Burioka, Daniel Kaplan, and et al. Approximate entropy of human respiratory movement during eye-closed wake and different sleep stages // Chest 123.1 (2003): 80-86.
6. Антипов О.И., Неганов В.А., Потапов А.А. Детерминированный хаос и фракталы в дискретно-нелинейных системах. – М.: Радиотехника, 2009. – 235 с.
7. Антипов О.И., Добрянин А.В., Неганова Е.В., Неганов В.А. Фрактальный анализ динамики цен на нефть // Экономические науки – 2010, Май, №5(66), – С. 260-271.
8. Антипов О.И., Неганова Е.В. Анализ корреляции между фрактальными мерами ежедневных и ежеминутных значений отношения *EURO/USD* // Физика волновых процессов и радиотехнические процессы, – 2010. – Т. 13 – № 4 – С. 96-101.
9. Антипов О.И., Ивахник В.В., Неганова Е.В., Неганов В.А. Фрактальный анализ динамики цен на драгоценные металлы // Физика волновых процессов и радиотехнические процессы, – 2011. – Т. 14 – № 2 – С. 110-116.